

企业级信息系统 IT 基础架构的对比研究

李东辉,吴小志,朱广新,郑磊,王召,缪静文

(南京南瑞集团公司 信息系统集成分公司,江苏 南京 210000)

摘要:随着电力信息化工作的推进,企业新业务需求的不断涌现,信息设备的数量高速增长,企业 IT 基础架构变得日益复杂。针对这种情况,研究 x86 服务器集群、数据仓库一体机与小型机这三种企业级信息系统 IT 基础架构在海量数据环境下的处理性能,基于不同 IT 基础架构设备对联机分析处理系统(OLAP)场景与联机事务处理系统(OLTP)场景进行测试。大量业务应用系统测试的结果表明,x86 服务器集群可以满足企业关键业务系统的性能要求,可以替代小型机与数据仓库一体机。具有成本低、扩展能力强、灵活度高等优势的 x86 服务器,将被更多地部署在数据中心处理重量级的工作。使用 x86 服务器集群架构可以很好地提升公司在 IT 建设过程中的技术能力,主动掌握未来 IT 技术发展方向。

关键词:IT;基础架构;数据中心;联机分析处理系统;联机事务处理系统

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2016)06-0163-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.06.036

Research on Comparison for IT Infrastructure Based on Enterprise-class Information System

LI Dong-hui, WU Xiao-zhi, ZHU Guang-xin, ZHENG Lei, WANG Zhao, MIAO Jing-wen

(Information System Integration Company, Nari Group Cooperation, Nanjing 210000, China)

Abstract: With the proceeding of informatization for electric power, the constant emergency of business requirements for enterprise, and the growing of devices for application systems, enterprise-class IT architecture has become increasingly complex. In view of this, the performance of three kinds of IT infrastructures including x86 server cluster, data warehouse integrated machine and minicomputer have been researched in the massive data environment. Three kinds of IT infrastructure devices have been experimented in OLAP and OLTP scenarios. The test results show that x86 server clusters can meet the performance requirements for core business system. It can replace minicomputers and data warehouse integrated machine. X86 servers, with advantages of low cost, strong expansibility and high flexibility, will be deployed in the data center to deal with more heavyweight work. The use of x86 cluster servers can greatly promote the technology in IT construction for enterprise, and actively master the future direction of IT development.

Key words: IT; infrastructure; data center; OLAP; OLTP

0 引言

企业 IT 基础架构研究是合理规划和安排各项信息化基础设施,使之形成良好的 IT 环境,让各种业务解决方案、应用系统和数据都能不受约束地在其上实现有效配合。这些基础设施包括硬件设备、网络 and 基础软件。IT 基础架构^[1-4]是支持企业业务的主要驱动力,优秀的 IT 基础架构可以快速响应企业业务需求变化。随着信息化技术的发展,如何选择合适的 IT 基础架构^[5],成为企业构建 IT 环境的难题。

小型机^[6-7]是常见的 IT 基础架构,企业中被大多数系统所选择,其定位于中端与高端应用,适用于

DBMS、核心计算、大型 Web 应用等关键业务。随着信息技术的发展,x86 处理器性能的高速提升,x86 服务器^[8]大规模集群技术的应用能够完全满足大多数企业关键应用需求,而成本上却只有小型机的三成至五成。此外,数据库一体机架构^[9-11]也逐步引起企业的关注。

上述三种 IT 基础架构的技术架构不同,系统特性不同,每种架构之间具有一定的可替代性。随着公司信息化建设的不断深入,新业务需求的不断涌现,信息设备数量的高速增长,不可避免地带来了诸多问题,包括 IT 烟囱式建设不利于资源的有效利用,数据中心的

收稿日期:2015-08-27

修回日期:2015-12-12

网络出版时间:2016-05-05

基金项目:国家电网公司科技项目(524606140132)

作者简介:李东辉(1970-),男,高级工程师,研究方向为电力系统通信信息。

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160505.0831.104.html>

建设成本不断攀升,等等。为解决公司企业级信息系统的 IT 基础架构选型问题,基于公司营销业务应用系统,通过科学测试获得结果。文中通过对公司信息系统 IT 基础架构进行对比研究,为企业数据中心建设^[12-14]提供合理的选型方案,具有十分重要的意义。

1 IT 基础架构横向对比结果

1.1 中高端小型机

中高端小型机适用于大型数据库系统、大型计算系统、大型应用软件和稳定性可靠性要求非常高的关键业务系统。文中测试了 HP、IBM 和 Oracle 公司的中高端小型机,设备清单如表 1 所示。

通过进行性能压力测试,考察被测设备总体吞吐量在达到测试基线值且业务响应时间在正常范围内时所能达到的最大 TPS 值。

表 1 被测中高端小型机

设备 厂商	设备 型号	CPU			内存	操作 系统
		型号	核数	主频		
Oracle	T4-4	SPARC T4	32	2 998 MHz	512 T	Solaris 10
IBM	P750	PowerPC _POWER7	32	3. 55 GHz	480 G	AIX 6. 1
HP	BL890c	Intel (R) Itanium(R) Processor 9560	64	2. 53 GHz	256 G	HP-UX B. 11. 31

综合测试结果,IBM P750 在国网业务中的性能最高,HP BL890c 和 Oracle T4-4 的性能略低于 IBM P750,由于 HP BL890c 拥有 CPU 核数上的优势,处理能力略优于 Oracle T4-4。

1.2 数据库一体机

一体机解决方案具有更强的数据处理能力、更优的数据压缩能力、更强的 I/O 处理能力、线性的横向扩展能力等特点,数据库一体机适用于公司集中部署的大型交易系统、分析决策型系统以及数据库资源整合场景。文中测试了 Oracle、Teradata 和华为的数据仓库一体机,设备清单如表 2 所示。

从本次数据仓库一体机测试结果整体分析来看,OLAP 场景下 Teradata 2700 的性能明显优于 Oracle X3-2 和华为 FusionCube,OLTP 和混合负载场景下 Oracle X3-2 的性能明显优于华为 FusionCube 和 Teradata 2700。功能性测试结果 Teradata 2700、Oracle X3-2 和华为 FusionCube 基本都满足。

1.3 x86 服务器集群

随着 x86 处理器技术(多核,多线程,更大缓存)的改变,以及在大型计算工作负载中更多处理器共同工作能力的提升,x86 服务器被更多地部署在数据中心。关键业务的定义已经延伸到电子邮件和集群,业务处理(Business Processing),联机事务处理(OLTP),

ERP,CRM 和其他行业应用,以及支持这些应用的数据库。被测设备详见表 3。

表 2 被测数据库一体机

项目	Oracle	TD	华为
产品名称	Exadata	Teradata	FusionCube
产品型号	X3-2	2700	D 系列
配置档次	1/4 Rack	4 节点	4 节点
计算节点	2	4	4
CPU 核数	计算节点: 4 CPUs,32 Cores; 存储节点: 6 CPUs,36 Cores。 整体计算 CPU 数量是 68 Cores	共 8CPUs, 64Core	融合节点,共 8CPUs,64Cores 存储节点, 2CPUs,16Cores
内存数量	计算节点,256 GB; 存储节点,192 GB; 内存总计,448 GB	1 024 GB	融合节点:1 280 G 存储节点:64 G
Flash 卡容量	4. 8 TB	N/A	N/A
压缩卡	N/A	12 块	N/A
内部网络	40GbE InfiniBand	40GbE Infini-Band	56 Gbps Infini-Band
磁盘数量	36 块 600 GB 的 15K RPM 高性能磁盘 36 块	144 块 10K RPM SAS 600 GB	10 块 SSD
裸存储容量	高性能磁盘,21. 6 TB	84 TB	24 TB
有效数据容量(未压缩)	高性能磁盘,9. 5 TB	27 TB	12 TB
存储最大带宽	26. 9 GB/s	48 GB/s	存储通道带宽 280 Gb/s,吞吐量 25 GB/s
存储最大 IOPS	375 000	读写混合磁盘 27 850	500 000

表 3 被测设备表

设备厂商	设备型号	CPU			内存 /GB
		型号	核数	主频/GHz	
曙光	I950r-G	E7-8860	8	2. 27	256
IBM	X3950 X5	E7-8850	8	2. 00	256
Oracle	X4800 (X2-8)	E7-8870	8	2. 40	512
华为	RH 5885 V2	E7-8850	8	2. 00	256
HP	Proliant DL980 G7	E7-8820	8	2. 00	256
浪潮	TS850	E7-8850	8	2. 00	256

综合测试结果,国内外各厂商 PC 性能差异不大,因为采用相同的处理器芯片。x86 服务器大规模集群技术的应用能够完全满足大多数企业关键应用 RAS 特性的要求。

2 三种 IT 基础架构纵向对比研究

2.1 测试方法

(1)一体机、小型机、x86 服务器(OLAP)。

以公司营销业务应用系统数据作为 ODS 数据源,各被测设备首先从 ODS 数据源进行测试数据的初始化装载。正式测试前,各厂商可对测试数据和测试脚本进行优化调试;之后采用多台压力机统一使用 Loadrunner 录制的标准 Java 脚本调用各厂商优化后的 SQL 语句,通过 JDBC 方式连接各数据库一体机,分别进行各测试场景的测试,并记录各场景在不同并发用户下的执行时间和被测的 CPU、内存和 IO 等系统开销情况。

(2)小型机、x86 服务器(OLTP)。

整体测试环境主要分为测试端、应用系统和数据库三大部分。其中,测试客户端使用 Loadrunner 发起应用请求,应用服务器使用 Weblogic 发布应用系统,被测服务器作为数据库服务器提供 Oracle 数据库服务。在各厂商测试过程中,使用相同的测试配套环境,拓扑图如图 1 所示。

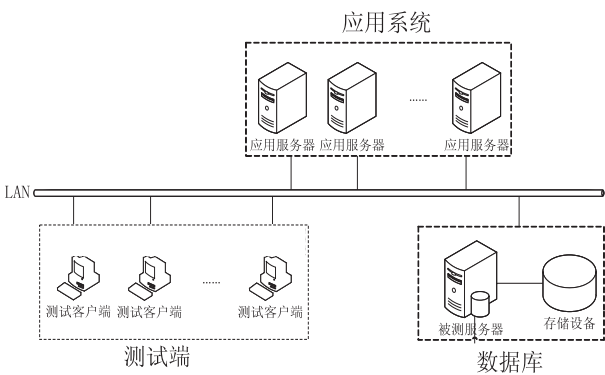


图 1 测试环境拓扑图

2.2 测试设备

(1)一体机、小型机、x86 服务器(OLAP)。

本次 OLAP^[15-16]场景主要测试了 Teradata、Sybase IQ 两个厂商的数据库,Teradata 简称为 T,Sybase IQ 简称为 S。具体被测设备信息如表 4 所示。

表 4 OLAP 场景被测设备

厂商	设备类型	单节点 CPU			单节点 内存/GB	操作系统	数据库	计算 节点	存储 容量
		型号	核数	主频/GHz					
T	一体机	Intel(R) Xeon(R) E5-2697 V2	24	2.7	512	SuSE Linux SLES 11_64	Teradata Database 14.10	2	43.2 T
S	小型机	PowerPC_POWER7	64	4.2	512	AIX 6.1	Sybase IQ 16.0.0 SP4	3	3 T
S	X86 集群	Intel(R) Xeon(R) CPU E7- 4850	40	2.00	128	Red Hat Enterprise release 6.2	Sybase IQ 16.0.0 SP4	4	9.6 T

(2)小型机、x86 服务器(OLTP)。

本次 OLTP^[17]场景硬件设备分别采用 8 路 PC 和中高小型机作为被测数据库服务器,具体被测设备配置如表 5 所示。

表 5 OLTP 场景被测设备

类别	设备	CPU		内存 /GB	硬盘 /GB	操作系统	数量
		型号	核数				
x86 服务器	华为 8 路 PC	Intel(R) Xeon(R) E7-8870 2.40 GHz	80C	512	4 * 300	Red Hat Enterprise Linux 6.5	3
		POWER7 3550 MHz	32C	256	2 * 300	AIX6.1	1
中 高端 小型机	IBM 750	POWER7 3300 MHz	32C	256	2 * 300	AIX6.1	1
		POWER7+ 3500 MHz	32C	256	2 * 300	AIX6.1	1

2.3 测试数据与评价方法

(1)一体机、小型机、x86 服务器(OLAP)。

小型机、一体机、x86 服务器部分场景测试结果(OLAP)见表 6。

此次性能测试分为 15 项,每项的响应时间为考察指标,即响应时间越小,反映设备性能越好。

表 6 小型机、一体机、x86 服务器
部分场景测试结果(OLAP)

场景编号	并发数	厂商考察指标:执行时间		
		Teradata	Sybase IQ 小型机	Sybase IQ x86 集群
T02_ 简单查询	1	00:00:00.21	00:00:00.21	00:00:00.30
	100	00:00:05.82	00:00:02.51	00:00:01.37
	1 000	未执行结果	00:26:39.80	00:00:17.44
T03_ 复杂查询	1	00:00:02.31	00:00:10.12	00:00:05.20
	50	00:00:45.34	00:00:21.89	00:00:51.14
	100	00:01:29.15	00:01:00.16	00:01:17.88
T04_ 大数据输出	1	00:00:03.86	00:00:13.57	00:00:16.87
	5	00:00:05.92	00:00:19.48	00:00:23.04
	10	00:00:09.66	00:00:25.39	00:00:26.80
T05_ 全表扫描	1	00:00:24.44	00:01:58.32	00:00:35.87
	50	00:15:16.76	00:13:43.40	00:11:34.43
	100	00:29:54.55	00:29:54.67	00:23:37.76

在此次测试中性能指标得分为所有厂商产品在该项指标上的最小值除以该项指标的实际测试值乘以该项权重分数,计算公式如下:

$$X_j = \left(K_j \cdot \frac{M_{\min}}{M_j} \right) / C \quad (j = 1, 2, \dots, 15) \tag{1}$$

其中： X_j 为厂商产品在第 j 项指标的得分值； M_j 为厂商产品在该项指标上的实际测试值； M_{\min} 为所有厂商在该项指标上的最小测试值； K_j 为该项的权重分； C 为所有厂商在该项指标上的并发测试数。

通过评分体系公式,得出性能测试部分(满分 60 分)的各厂商分数。Sybase IQ 的 x86 集群总得分为

表 7 4 路 PC 与低端小型机性能对比测试结果

测试设备	系统 CPU 核数	最大 TPS 值	最大 TPS 值时平均每核每秒事务数	最大 TPS 值时并发量	平均事务响应时间/s					
					开户	欠费查询	缴费	业务变更	档案查询	台账统计
I	32	256	8	500	0.97	0.76	0.47	0.089	0.085	0.058
O	8	67	8.375	150	1.09	1.18	0.43	0.09	0.088	0.064

表 8 8 路 PC 与中端小型机性能对比测试结果

测试设备	系统 CPU 核数	最大 TPS 值	最大 TPS 值时平均每核每秒事务数	最大 TPS 值时并发量	平均事务响应时间/s					
					开户	欠费查询	缴费	业务变更	档案查询	台账统计
浪	80	374	4.68	600	0.334	1.425	0.492	0.091	0.078	0.066
I7	16	122	7.625	300	0.463	0.772	0.832	0.285	0.22	0.176

3 三种 IT 基础架构纵向对比结果

3.1 一体机、小型机、x86 服务器对比 (OLAP)

在 OLAP 测试场景中,Teradata 一体机完成所有测试用例,且各项结果满足性能要求;Sybase-IQ 在 x86 平台性能优于小型机平台。如图 2 所示,使用 4 台 x86 集群服务器测试结果的性能优于 Teradata 一体机。三种架构中,基于 x86 服务器集群的性能测试综合得分最高,性能最佳。

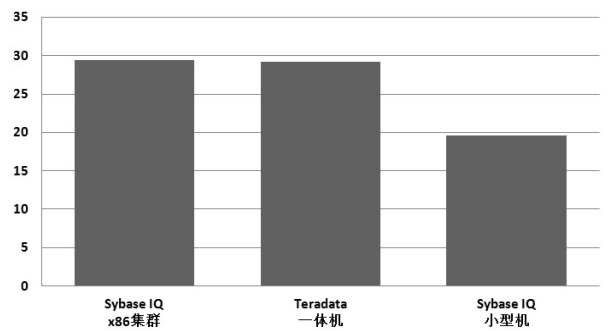


图 2 各架构性能测试综合得分图

3.2 小型机、x86 服务器对比 (OLTP)

在 OLTP 测试场景下,随着并发用户的增加,x86 服务器与小型机的事务处理能力以及 CPU 使用率都基本上呈线性递增态势。x86 三节点数据库和小型机两节点数据库相比具有更高的可靠性,同时在事务处理能力相当的情况下,x86 服务器 CPU 使用率明显低

29.23,Teradata 的 Teradata-2750 一体机总得分为 29.06,Sybase IQ 的小型机总得分为 19.73。

(2)小型机、x86 服务器 (OLTP)。

测试设备 IBM X3850x5 简称为 I,Oracle T4-1 简称为 O。4 路 PC 与低端小型机性能对比测试结果如表 7 所示。

测试设备浪潮 TS850 简称浪,IBM P740 简称 I7。8 路 PC 与中端小型机性能对比测试结果如表 8 所示。

于小型机,具有更大的性能提升空间。

4 业务系统 x86 集群替代测试

4.1 测试方式

使用 PMS2.0 系统基于 x86 服务器和小型机的对比测试重点考察以下方面。

4.1.1 性能

在被测设备上部署 PMS2.0 系统的数据库和服务 器性能监控工具,用 Loadrunner 根据测试模型录制标 准的测试脚本。首先,采用 100、200、300、400、500 等 不同并发用户执行测试模型标准脚本,分别测试被测 设备能达到的 TPS 值,并记录各业务模块的响应时间 及被测设备的 CPU、内存、IO 等性能指标。然后,增加 并发用户数,在测试数据有效的情况下,测试出被测设 备能达到的最大 TPS 值,并记录各业务模块的响应时 间及被测设备的 CPU、内存、IO 等性能指标。

4.1.2 横向扩展

将 PMS2.0 系统数据库两节点的 RAC 模式横向 扩展到三节点,以考察被测设备的可扩展性;同时,使 用标准测试模型脚本测试数据库扩展后的各项性能 指标。

4.2 测试对象

分别采用 8 路 PC 和中高端小型机作为被测数据 库服务器。测试对象一:华为 8 路 PC,CPU 型号 Intel (R) Xeon(R) E7-8870 2.40 GHz,核数 80C,内存 512

G,硬盘 4 * 300 G,操作系统 Red Hat Enterprise Linux 6.5,数量 3 台。测试对象二:IBM750,CPU 型号 POW-ER7 3550 MHz,核数 32C,内存 256 G,硬盘 2 * 300 G,操作系统 AIX6.1,数量两台。

4.3 测试结论

如图 3 所示,x86 三节点数据库与小型机两节点数据库相比具有更高的可靠性,同时在事务处理能力相当的情况下,x86 服务器 CPU 使用率明显低于小型机,具有更大的性能提升空间。

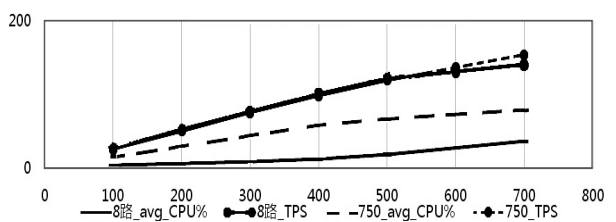


图 3 业务系统 3 节点 8 路与 2 节点 750 性能对比结果

综合分析,x86 服务器替代小型机完全具有可行性,同时考虑到系统运行的可靠性以及性能要求,可使用三节点的 x86 架构替代两节点的小型机架构。

5 结束语

文中通过使用国网典型的营销业务应用系统对小型机、一体机、x86 服务器集群分别进行对比研究,积累了大量实际的应用数据和结果。随后,进行了业务系统 x86 集群替代测试。研究结果表明,x86 服务器集群的性能对比小型机和一体机差距较小,且 x86 服务器可以采用横向扩展方式进行性能提升。因此,采用具有成本低、扩展能力强、灵活度高等优势的 x86 集群技术替代目前的小型机、一体机是企业 IT 建设的发展方向。使用该架构,可以很好地提升公司在 IT 建设过程中的技术能力,主动掌握未来 IT 技术发展方向。x86 服务器将被更多地部署在数据中心处理重量级的工作。

参考文献:

[1] 李 丹,陈贵海,任丰原,等. 数据中心网络的研究进展与趋势[J]. 计算机学报,2014,37(2):259-274.

[2] 邓 维,刘方明,金 海,等. 云计算数据中心的新能源应用:研究现状与趋势[J]. 计算机学报,2013,36(3):582-598.

[3] 王德文,刘 杨. 一种电力云数据中心的任务调度策略[J]. 电力系统自动化,2014,38(8):61-66.

[4] 王德文. 基于云计算的电力数据中心基础架构及其关键技术[J]. 电力系统自动化,2012,36(11):67-71.

[5] 丘群业. 企业私有云计算基础架构研究与设计[D]. 广州:华南理工大学,2012.

[6] 张 宇. 惠普公司小型机集团发展战略研究[D]. 沈阳:东北大学,2011.

[7] 黄 伟,张 杰. CRM 系统中小型机与 x86 服务器应用对比分析[J]. 电信工程技术与标准化,2013,26(6):83-88.

[8] 张寓琛,张小芳. x86 服务器虚拟化平台性能测试[J]. 计算机与现代化,2014(2):32-35.

[9] 岳峻松,赵俊峰,赵 伟,等. 数据库一体机技术架构解析[J]. 电力信息化,2013,11(4):60-64.

[10] 李宗涛,罗朝宇,王福新. 数据库一体机在电网企业数据中的应用分析[J]. 内蒙古电力技术,2013,31(4):63-66.

[11] 储 浩,吕万里. 云桥数据库一体机在移动业务系统中的应用[J]. 移动通信,2014,38(13):33-37.

[12] 王 聪,王翠荣,王兴伟,等. 面向云计算的数据中心网络体系结构设计[J]. 计算机研究与发展,2012,49(2):286-293.

[13] 葛 亮,张建华,余 斌. 智能变电站数据中心及其应用服务[J]. 电力系统自动化,2013,37(24):54-59.

[14] 赵旭龙. 基于云计算的电信运营商数据中心的发展策略研究[D]. 北京:北京邮电大学,2013.

[15] 王会举,覃雄派,王 珊,等. 面向大规模机群的可扩展 OLAP 查询技术[J]. 计算机学报,2015,38(1):45-58.

[16] 彭 璐. 基于数据仓库的 OLAP 中的索引技术研究[J]. 计算机与数字工程,2014,42(12):2325-2330.

[17] 任 堃,李战怀. 新型 OLTP 数据库系统设计的关键技术及挑战[J]. 华东师范大学学报:自然科学版,2014(5):31-42.

(上接第 162 页)

研究[J]. 计算机技术与发展,2015,25(1):177-182.

[10] 黎建辉,杨风雷,崔建业,等. 全球食品安全信息监控与分析云平台架构研究[J]. 计算机应用研究,2014,31(8):2361-2366.

[11] 崔文顺,张芷怡,袁力哲,等. 基于云计算的日光温室群物联网服务平台[J]. 计算机工程,2015,41(6):294-299.

[12] Madoff L. ProMED-mail: an early warning system for emerging diseases[J]. Clinical Infectious Diseases,2004,39(2):227-

232.

[13] Yachin D. 2009 M&A overview: cloud computing[R]. [s. l.]:International Data Corporation,2010.

[14] Vaquero L M, Rodero-Merino L, Caceres J, et al. A break in the clouds: towards a cloud definition[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review,2009,39(1):50-55.

[15] Arutyunov V. Cloud computing: its history of development, modern state, and future considerations[J]. Scientific and Technical Information Processing,2012,39(3):173-178.